

PEMANFAATAN LIMBAH BIJI JAGUNG DARI INDUSTRI PEMBIBITAN BENIH JAGUNG MENJADI BIOETHANOL

Ni Ketut Sari, K. Y. Dharmawan, A. Gitawati
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN” Veteran “ Jatim
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60294

Abstrak

Alkohol atau sering disebut dengan ethanol (ethyl alkohol) yang didalam dunia industri sering digunakan sebagai bahan pelarut, dapat diproduksi dengan cara proses fermentasi menggunakan khamir *Saccharomyces cereviceae*. Adapun bahan dasar yang dapat difermentasikan antara lain bahan-bahan yang mengandung sakarin, pati, dan selulosa. Produksi bioethanol untuk penelitian saat dilakukan dengan menggunakan bahan dasar pati yang berasal dari limbah biji jagung dari industri pembibitan benih jagung (PT.BISI INTERNASIONAL Tbk) yang kadar patinya 63%. Sebelum dilakukan proses fermentasi, terlebih dahulu dilakukan proses hidrolisa dengan menggunakan bakteri penghasil enzim α -amilase yaitu *Bacillus subtilis* hingga diperoleh suatu larutan yang mengandung gula (glukosa). Larutan hasil hidrolisa yang mengandung kadar glukosa 15,22 ini kemudian difermentasi selama selang waktu tertentu dengan menggunakan khamir jenis *Saccharomyces Cereviceae*. Dari hasil percobaan diperoleh suatu kesimpulan bahwa hasil maksimum yang diperoleh yaitu pada 6 hari hidrolisa *Bacillus* 7,5 % dan proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cereviceae* 7,5% yang berlangsung pada 9 hari dengan kadar bioethanol yang dihasilkan sebesar 6,14%.

Kata kunci : Limbah Biji Jagung, Hidrolisa, Fermentasi, Bioethanol

1. PENDAHULUAN

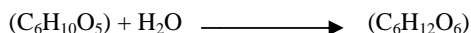
Pertumbuhan konsumsi ethanol di dunia mengalami pertumbuhan pesat dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir. Pertumbuhan konsumsi ethanol selama tahun 2001 hingga 2009 rata-rata 17,8% per tahun. Pertumbuhan ini dikarenakan banyaknya negara di dunia yang mendorong penggunaan ethanol sebagai bahan bakar. Hal ini dapat dilihat melalui kebijakan negara-negara di dunia. Pada tahun 2010, konsumsi ethanol di dunia diperkirakan mencapai 21,7 juta galon dan ditahun 2015 diperkirakan meningkat 45,24 juta galon. Di Indonesia, industri ethanol kurang berkembang karena terkendala bahan baku yang pada umumnya menggunakan tetes atau molase. Selain karena factor tetes merupakan bahan yang dibutuhkan untuk industri lain seperti pembuatan bir dan pembuatan bumbu masak, kapasitas produksi dari industri atau pabrik gula di Indonesia juga semakin menurun.

Limbah biji jagung non benih saat ini tersedia 20 ton yang belum dimanfaatkan dan rata-rata produksi limbah biji jagung ini mencapai 2-4 ton/ bulan. Dengan potensi tersebut dipastikan sumber bahan baku pembuatan bioethanol akan tersedia dalam jumlah yang cukup besar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Hidrolisa

Hidrolisis, merupakan proses pemecahan suatu senyawa menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan molekul air (Othmer, 1967).



Pati *Bacillus s* Glukosa

Proses hidrolisis dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

Kandungan pati pada bahan baku, Suhu hidrolisa, pH, Waktu

2.2 Proses Fermentasi

Fermentasi adalah suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba.

Prinsipnya reaksi proses pembentukan bioethanol dengan fermentasi sebagai berikut :

Saccharomyces C.



Glukosa

Bioethanol

Faktor – faktor yang mempengaruhi dalam proses fermentasi antara lain sebagai berikut

pH, Waktu, Suhu, Konsentrasi gula

3.METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan baku limbah biji jagung dengan kadar pati ± 63 %. Katalis yang digunakan yaitu *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cereviceae*. Terlebih dahulu dilakukan perendaman, pencucian, pengeringan dan grinding sehingga diperoleh bahan baku berupa tepung jagung.

3.1 Bahan – bahan yang diperlukan

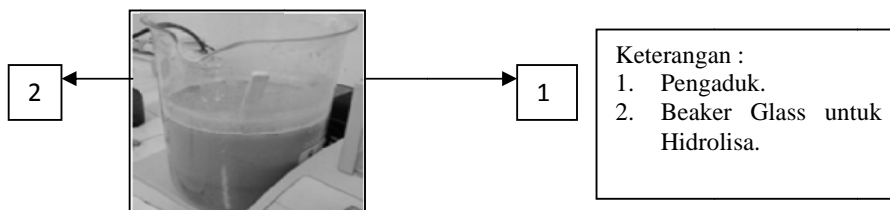
Bahan – bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini, adalah

Limbah biji jagung, *Saccharomyces Cereviceae*, *Bacillus Subtilis*, HCl, Aquadest

3.2 Alat – alat yang digunakan

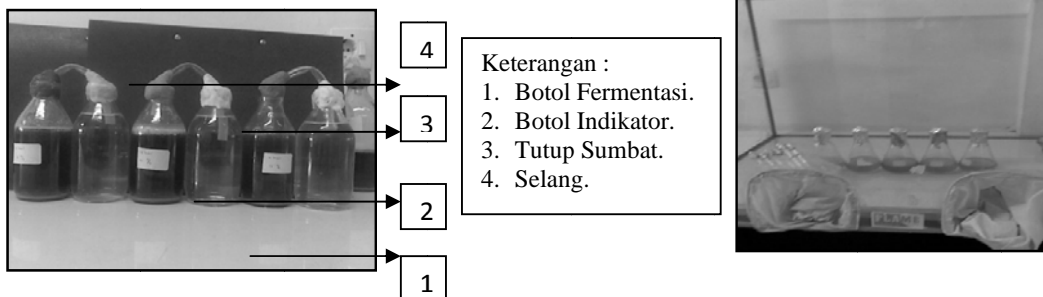
Alat hidrolisa dan Alat fermentasi

3.3 Gambar Alat Hidrolisa



STARTER

3.4 Gambar Alat Fermentasi



3.5 Peubah yang digunakan :

1. Proses Hidrolisa

- **Kondisi yang ditetapkan**

- a. pH = 4,5 (dengan penambahan HCl atau NaOH)
- b. Perbandingan jagung dengan air = 1:3 (333,3 gr jagung 1 liter H₂O); 1:5 (200 gr jagung 1 liter H₂O)
- c. Volume limbah biji jagung = 50 ml
- d. Suhu = 25 °C
- e. *Bacillus subtilis* = 5,7,5,10 (%v/v) dari filtrat

- **Kondisi yang dijalankan**

Waktu Hidrolisa = 2 ; 4 ; 6 (hari)

2. Proses Fermentasi

- **Kondisi yang ditetapkan**

- a. Volume limbah biji jagung = 50 ml
- b. pH = 4,5
- c. Suhu = 25°C
- d. *Saccharomyces* = 5;7,5;10 (% v/v) dari filtrat

- **Kondisi yang dijalankan**

Waktu fermentasi = 3;6;9;12;15 (hari)

3.5 Prosedur Pembuatan Bioethanol

Limbah biji jagung direndam hingga warna merah yang ada pada limbah biji jagung tersebut hilang, setelah itu dilakukan pencucian dan pengeringan. Kemudian digiling hingga menjadi halus dengan ukuran yang homogen (tepung jagung). Limbah biji jagung yang telah menjadi tepung jagung dicampur H₂O dengan perbandingan 1:3 (333,3 gr jagung dan 1 liter H₂O) dan 1:5 (200 gr jagung dan 1 liter H₂O). Dilakukan hidrolisa dengan pH yang ditetapkan yaitu 4,5 dan 50 ml limbah. Kemudian menanamkan starter *Bacillus subtilis* dengan konsentrasi 5; 7,5; 10 (% v/v), dengan waktu hidrolisa selama 2, 4, 6 hari.

Tahap berikutnya adalah menanamkan starter *Saccharomyces cereviceae* dengan konsentrasi 5; 7,5; 10 (% v/v), proses fermentasi yang dilakukan selama 3, 6, 9, 12, 15 hari. Disaring, diambil filtratnya dan dianalisa kadar bioethanolnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Bahan Baku

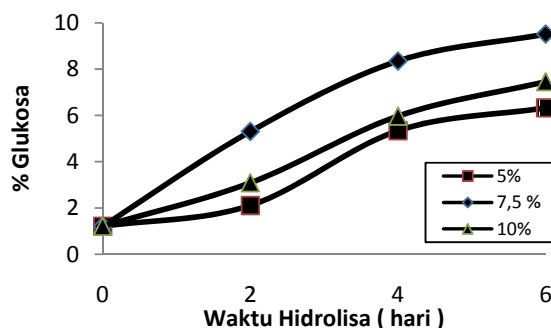
Dilakukan analisis menggunakan spektrofotometer di lab instrument. Pada analisa pati terhadap limbah biji jagung diperoleh kadar pati sebesar 63% dan kadar pestisida untuk 1:3 yaitu 5,52 mg/l, untuk 1:5 yaitu 1,244 mg/l, sedangkan pada umumnya kadar pati pada biji jagung normal yaitu berkisar 80-85 %.

2. Hasil Proses Hidrolisa

Tabel 1. Hasil analisis kadar glukosa dan pati sisa pada proses hidrolisa

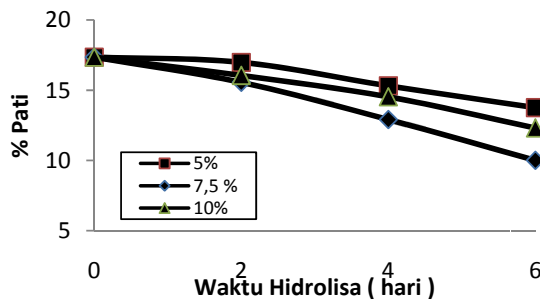
Bahan Baku	Waktu Hidrolisa (hari)	Kadar Glukosa (%)			Kadar Pati (%)		
		5%	7,5 %	10%	5%	7,5 %	10%
1 : 3	0	1.21	1.21	1.21	17.36	17.36	17.36
	2	2.11	5.31	3.09	16.98	15.56	16.05
	4	5.34	8.35	5.97	15.31	12.91	14.53
	6	6.33	9.52	7.46	13.76	10.01	12.31
1 : 5	0	0.81	0.81	0.81	11.19	11.19	11.19
	2	3.32	6.32	5.17	10.77	9.15	10.12
	4	5.09	10.65	7.45	10.01	8.76	9.32
	6	7.43	15.22	11.12	9.31	7.13	8.11

A. Perbandingan 1:3



Gambar 1. Pengaruh waktu hidrolisa terhadap % glukosa

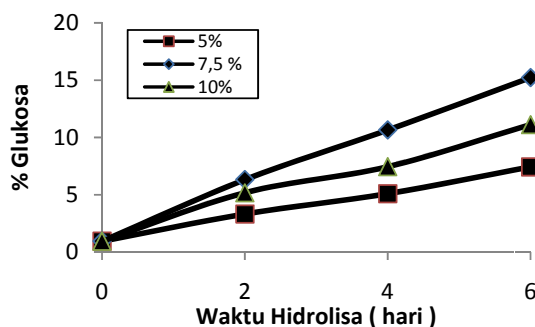
Berdasarkan gambar 1, terlihat bahwa semakin lama waktu hidrolisa kadar glukosa yang dihasilkan semakin meningkat, karena semakin lama waktu hidrolisa maka semakin banyak pati yang terhidrolisa membentuk glukosa. Pada waktu hidrolisa yang sama, Penambahan Bacillus sebesar 7,5% menghasilkan glukosa yang terbesar. Pada penambahan Bacillus lebih kecil (5%), pati yang terhidrolisa menjadi glukosa adalah kecil hal ini disebabkan karena jumlah pati yang besar dengan Bacillus yang rendah. Pada konsentrasi Bacillus yang tinggi dengan jumlah pati yang tertentu mengakibatkan Bacillus mengalami kematian karena kekurangan pati. Kondisi optimumnya didapat pada kadar Bacillus subtilis 7,5% dengan kadar glukosa 9,52%.



Gambar 2. Pengaruh waktu hidrolisa terhadap % pati sisa

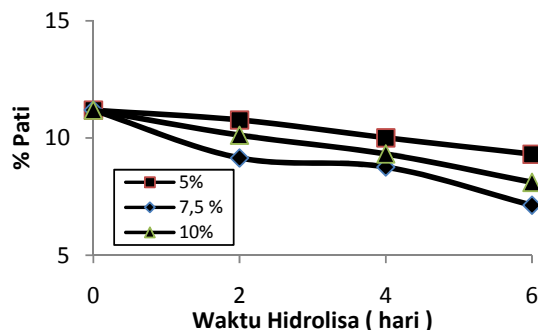
Berdasarkan gambar 2, terlihat bahwa semakin lama waktu hidrolisa kadar pati sisa semakin kecil, karena semakin lama waktu hidrolisa maka semakin banyak pati yang terhidrolisa membentuk glukosa. Pada waktu hidrolisa yang sama, penambahan Bacillus sebesar 7,5% adalah pati yang tersisa berada pada titik terendah yaitu 10,01%.

B.Perbandingan 1:5



Gambar 3. Pengaruh waktu terhadap % glukosa

Berdasarkan gambar 3, terlihat bahwa semakin lama waktu hidrolisa kadar glukosa yang dihasilkan semakin meningkat, karena semakin lama waktu hidrolisa maka semakin banyak pati yang terhidrolisa membentuk glukosa. Pada waktu hidrolisa yang sama, Penambahan Bacillus sebesar 7,5% menghasilkan glukosa yang terbesar. Pada penambahan Bacillus lebih kecil (5%), pati yang terhidrolisa menjadi glukosa adalah kecil hal ini disebabkan karena jumlah pati yang besar dengan Bacillus yang rendah. Pada konsentrasi Bacillus yang tinggi dengan jumlah pati yang tertentu mengakibatkan Bacillus mengalami kematian karena kekurangan pati. Kondisi optimumnya didapat pada kadar Bacillus subtilis 7,5% dengan kadar glukosa 15,22%.



Gambar 4. Pengaruh waktu hidrolisa terhadap % pati sisa

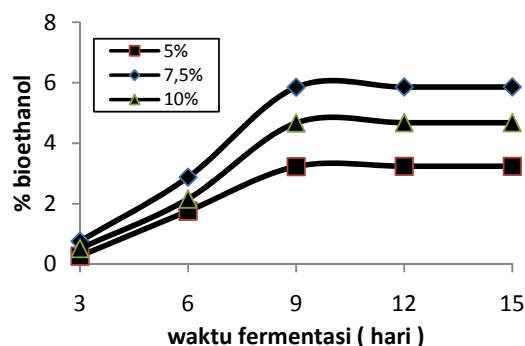
Berdasarkan gambar 4, terlihat bahwa semakin lama waktu hidrolisa kadar pati sisa semakin kecil, karena semakin lama waktu hidrolisa maka semakin banyak pati yang terhidrolisa membentuk glukosa. Pada waktu hidrolisa yang sama, penambahan Bacillus sebesar 7,5% adalah pati yang tersisa berada pada titik terendah yaitu 7,13%.

Hasil Proses Fermentasi

Tabel 2. Hasil analisis kadar bioethanol pada proses fermentasi

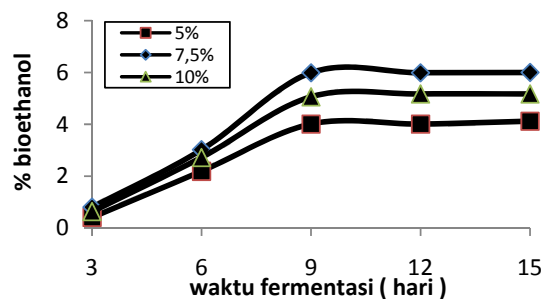
Bahan Baku	Waktu Hidrolisa (hari)	Waktu Fermentasi (hari)	Kadar Bioethanol (%)			Yield (%)		
			5%	7,5%	10%	5%	7,5%	10%
1 : 5	2	3	0.27	0.76	0.52	1.22	3.49	2.43
		6	1.76	2.88	2.16	7.94	13.23	10.11
		9	3.23	5.85	4.67	14.57	26.88	21.86
		12	3.24	5.86	4.68	14.61	26.93	21.90
		15	3.24	5.86	4.68	14.61	26.93	21.90
	4	3	0.41	0.80	0.63	1.85	3.68	2.95
		6	2.19	3.02	2.72	9.88	13.88	12.73
		9	4.01	5.99	5.06	18.09	27.53	23.68
		12	4.01	5.99	5.17	18.09	27.53	24.20
		15	4.12	6.00	5.17	18.58	27.57	24.20
	6	3	0.44	0.85	0.75	1.98	3.91	3.51
		6	2.22	3.11	2.76	10.01	14.29	12.92
		9	4.45	6.14	5.24	20.07	28.22	24.53
		12	4.51	6.15	5.34	20.34	28.26	24.99
		15	4.62	6.16	5.35	20.84	28.31	25.04

B.Perbandingan 1:5



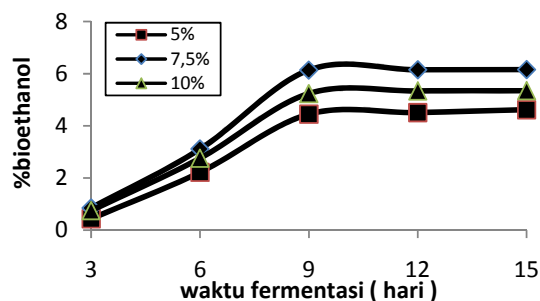
Gambar 5. Pengaruh waktu fermentasi terhadap % bioethanol, 2 hari hidrolisa

Berdasarkan gambar 5, terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi kadar bioethanol yang diperoleh semakin meningkat dan pada suatu saat kadar bioethanol akan konstan, hal ini disebabkan karena kehidupan mikroorganisme Saccarhomyces berbentuk logaritmik. Pada waktu fermentasi yang sama, Penambahan Saccarhomyces sebesar 7,5% menghasilkan bioethanol yang terbesar yaitu 5,85% dengan yield 26,88%. Karena pada Saccarhomyces yang rendah, mengakibatkan terurainya glukosa menjadi bioethanol kecil karena jumlah glukosa yang besar dengan Bacillus yang rendah. Pada konsentrasi Saccarhomyces yang tinggi dengan jumlah glukosa yang tertentu mengakibatkan Saccarhomyces mengalami kematian karena kekurangan glukosa.



Gambar 6. Pengaruh waktu fermentasi terhadap % bioethanol, 4 hari hidrolisa

Berdasarkan gambar 6, terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi kadar bioethanol yang diperoleh semakin meningkat dan pada suatu saat kadar bioethanol akan konstan, hal ini disebabkan karena kehidupan mikroorganisme *Saccarhomyces* berbentuk logaritmik. Pada waktu fermentasi yang sama, Penambahan *Saccarhomyces* sebesar 7,5% menghasilkan bioethanol yang terbesar yaitu 5,99% dengan yield 27,53%. Karena pada *Saccarhomyces* yang rendah, mengakibatkan terurainya glukosa menjadi bioethanol kecil karena jumlah glukosa yang besar dengan *Bacillus* yang rendah. Pada konsentrasi *Saccarhomyces* yang tinggi dengan jumlah glukosa yang tertentu mengakibatkan *Saccarhomyces* mengalami kematian karena kekurangan glukosa.



Gambar 7. Pengaruh waktu fermentasi terhadap % bioethanol, 6 hari hidrolisa

Berdasarkan gambar 7, terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi kadar bioethanol yang diperoleh semakin meningkat dan pada suatu saat kadar bioethanol akan konstan, hal ini disebabkan karena kehidupan mikroorganisme *Saccarhomyces* berbentuk logaritmik. Pada waktu fermentasi yang sama, Penambahan *Saccarhomyces* sebesar 7,5% menghasilkan bioethanol yang terbesar yaitu 6,14% dengan 28,22%. Karena pada *Saccarhomyces* yang rendah, mengakibatkan terurainya glukosa menjadi bioethanol kecil karena jumlah glukosa yang besar dengan *Bacillus* yang rendah. Pada konsentrasi *Saccarhomyces* yang tinggi dengan jumlah glukosa yang tertentu mengakibatkan *Saccarhomyces* mengalami kematian karena kekurangan glukosa.

5.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Limbah jagung mengandung 63% pati dan 4,85% glukosa.
2. Proses hidrolisa pati menjadi glukosa terbaik pada perbandingan 1:5 (berat per pelarut) dengan waktu hidrolisa 6 hari dan 7,5% *Bacillus* diperoleh kadar glukosa 15,22%.
3. Pada proses fermentasi dengan perbandingan 1:5 (berat per pelarut) dengan waktu fermentasi 9 hari dan 7,5% *Saccarhomyces* diperoleh kadar bioethanol terbaik yaitu 6,14%.
4. Yield yang didapat pada proses fermentasi pada perbandingan 1:5 (berat per pelarut) dengan waktu fermentasi 9 hari dan 7,5% *Saccarhomyces* diperoleh kadar yield terbaik yaitu 28,22%.

Saran

Sebaiknya pada proses hidrolisa pati menjadi glukosa menggunakan *Bacillus* tidak begitu memberikan hasil yang baik sehingga disarankan proses hidrolisa sebaiknya menggunakan asam klorida.



Daftar Pustaka

- Anonimous, http://wikipedia_jagung.html.
- Anonimous, <http://id.wikipedia.org/wiki/Amilum>.
- Anonimous, http://en.wikipedia.org/wiki/Ethanol_fuel.
- Anonimous, <http://en.wikipedia.org/wiki/Bacillus>.
- Budiyanto, Krisno Agus. H. DR. MKES. 2002. Mikrobiologi Dasar. Universitas Muhammadiyah. Malang.
- Groggins, P. H. 1958. Unit Process in Organic Synthetic. Fifth edition. Mc Graw Hill : Kogakasha
- Hudiko, Teo. 2009. Pabrik Ethanol Fuel Grade Dari Rumput Gajah. UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.
- Kirk, R. E., Othmer, D. F. 1952. Encyclopedia of Chemical Thecnology. 2nd ed. Volume 10. Van Nostrand Peinhold Company : New York.
- PT.Bisi Internasional Tbk, 2010
- Rahman, Ansori. 1989. Pengantar Teknologi Fermentasi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB : Bogor.
- Sa'id, E., Gumbira. 1987. Penerapan Teknologi Fermentasi. PT. Melton Putra : Jakarta.
- Sa'id, E., Gumbira. 1989. Fermentor. IPB : Bogor.
- Sari, Ketut. 2010. Purifikasi Pemurnian Bioethanol Dari Rumput Gajah Dengan Destilasi Batch. Jurnal Teknik Kimia Indonesia (Accepted). Fakultas Teknik Kimia ITB : Bandung.
- Tjokroadikoesoemo, P., Soebijanto. 1986. HFS dan Industri Ubi kayu Lainnya. PT. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Winarno, F.G., 1994. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Yuliana, Devi.2005. Pemanfaatan Limbah Cair Tepung Tapioka Sebagai Ethanol. UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.